

Т. Е. Кукушкина, Д. А. Корнилова, С. В. Картавцев

Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, tanusha_k_20@mail.ru

ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ ВАРИАНТ УТИЛИЗАЦИИ КОНВЕРТЕРНЫХ ГАЗОВ

В работе представлен вариант утилизации использования конвертерных газов (КГ) для восстановления железорудных окатышей с газодинамическим повышением давления перед восстановительным реактором. Было определено количество холодных газов, необходимых для смешения с исходными горячими, для получения температуры смеси 600–1000 °С. Исходя из результатов расчетов, приведён график зависимости температуры смеси от объема КГ. Приведена действующая и перспективная схема охлаждения и компримирования КГ.

Ключевые слова: конвертерный газ; повышение давления; утилизация; температура смеси; объём холодных конвертерных газов.

T. E. Kukushkina, D. A. Kornilova, S. V. Kartavtsev

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

GAS DYNAMIC OPTION FOR UTILIZATION OF CONVERTER GASES

The paper presents the heat balance of mixing cold and hot streams of converter gases (CG). It was determined the amount of cold gases required for mixing with the original hot, to obtain a mixture temperature of 600–1000 °C. Based on the calculations, a graph of CG volume versus the mixture temperature is given. The current and prospective CG cooling scheme is given.

Keywords: converter gas, pressure increasing, utilization, mixture temperature, volume of cold converter gases.

При кислородно-конвертерном производстве стали образуются конвертерные газы (КГ) с температурой до 1700 °С и теплотой сгорания до 10 МДж/м³, представляющие собой ценный вторичный энергетический ресурс.

Конвертерные газы состоят в среднем из 90 % СО и 10 % СО₂, содержат значительное количество пыли – до 120–180, а в отдельных случаях – до 220 г/м³, а поэтому обязательно должны от неё очищаться.

Существующие схемы охлаждения КГ в основном базируются на использовании котла-утилизатора конвертерных газов [1] после конвертера с 1600 до 800 °С для производства водяного перегретого пара средних параметров (рис. 1).

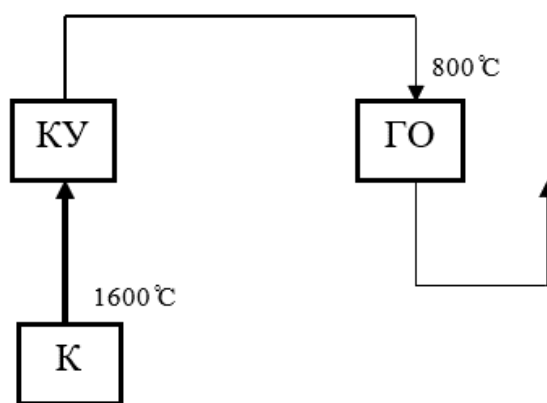


Рис. 1. Действующая схема отвода, охлаждения и очистки КГ:

К – конвертер; КУ – котел-утилизатор; ГО – газоочистка

Одним из наиболее эффективных вариантов использования КГ газов является их применение в качестве восстановителя железорудных материалов, например, окатышей. Для этого их температура на входе в реактор восстановления должна быть ограничена примерно 800 °С. Кроме того, они должны иметь достаточное давление, чтобы продуть слой окатышей в реакторе. Такого охлаждения можно достигнуть разными способами, в том числе – смешением горячих конвертерных газов с охлажденными, очищенными и компримированными.

Для решения поставленной задачи разработана схема (рис. 2), из которой видно, как к выходящим горячим газам из конвертера подмешиваются холодные и сжатые газы после газоочистки для дальнейшего использования восстановительного потенциала реакторе. При этом горячие газы не только снижают температуру, но и повышают давление смеси за счет сжатых холодных газов – это газодинамический вариант утилизации. Такое охлаждение требует определения количества холодных газов необходимых для смешения с исходными горячими, чтобы получить требуемую температуру смеси для подачи в реактор восстановления.

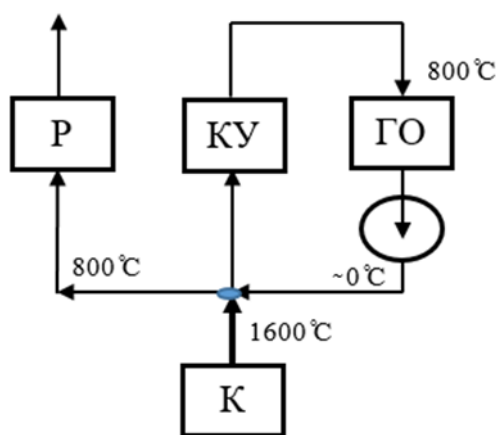


Рис. 2. Перспективная схема смешения потоков:

К – конвертер; Р – реактор; КУ – котел-утилизатор; ГО – газоочистка

В данной работе проведены расчеты необходимого объёма холодных конвертерных газов для охлаждения горячих до температур заданного диапазона 600...1000 °С. Исследования проводились по известным среднеинтервальным теплоемкостям исходных компонентов [2, 3].

По тепловому балансу была определена зависимость температуры смеси от объёма подмешиваемого холодного газа (кривая 1 на рис. 3). Результаты расчетов также представлены в таблице.

Зависимость температуры смеси от количества холодных газов

	1	2	3	4	5
$t, ^\circ\text{C}$	600	700	800	900	1000
$V, \text{м}^3$	1,97	1,515	1,173	0,908	0,697

Так, например, для получения смеси с температурой $800\text{ }^\circ\text{C}$ требуется смешать 1 м^3 выходящих горячих газов и $1,173\text{ м}^3$ охлажденных, очищенных и сжатых конвертерных газов. Соответственно, для получения рабочей охлажденной смеси с такой температурой необходимо пропустить на охлаждение в котле-утилизаторе $1,173\text{ м}^3$ горячих запыленных газов, которые пройдут газоочистку и будут сжаты в нагнетателе для **повышения давления** смеси холодного и горячего газов по принципу струйного компрессора.

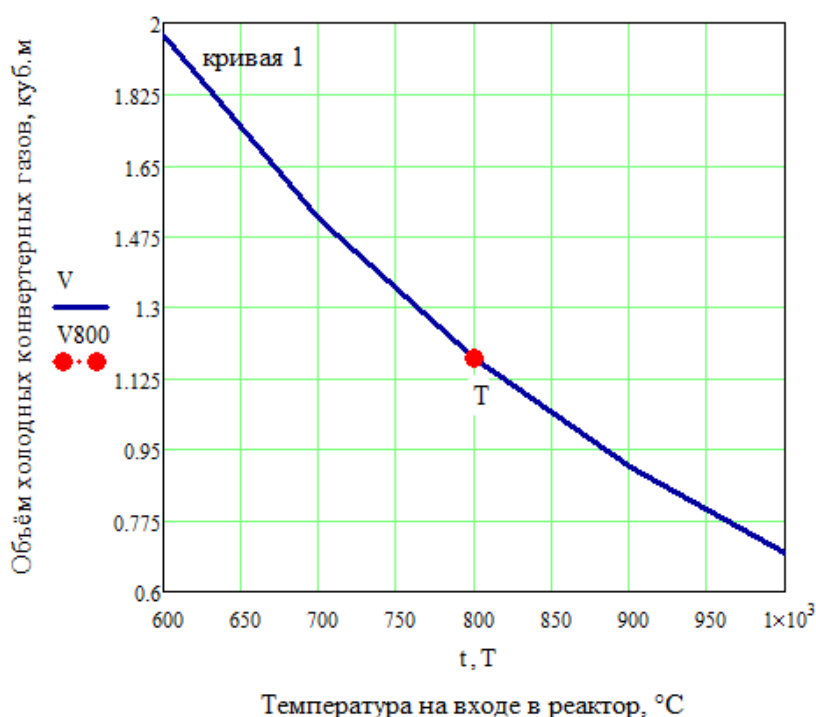


Рис. 3. График зависимости объема охлаждённых КГ от температуры смеси:
кривая 1 – зависимость объема подмешиваемого холодного газа; Т – температура охлаждённой смеси при $800\text{ }^\circ\text{C}$

Таким образом, появляется возможность частично охладить и, одновременно, газодинамически поднять давление конвертерных газов, направляемых в реактор восстановления окатышей для

производства технологических полупродуктов металлургического предприятия с получением значительного энергосберегающего эффекта.

Список использованных источников

1. Бережинский А. И., Циммерман А. Ф. Охлаждение и очистка газов кислородных конвертеров, 2-е изд., перераб. и доп. М. : Металлургия, 1983. 272 с.: ил.
2. Вегман Е. Ф. Краткий справочник доменщика. М. : Металлургия, 1981. 240 с.
3. Корнилова Д. А., Кукушкина Т. Е., Картавцев С. В. Исследование остаточных топливных свойств конвертерных газов при разных способах их утилизации // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Даниловских чтений (Екатеринбург, 11–15 декабря 2017 г.). Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 524–528.